

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Eiji SHIDOJI, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW PCT APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HERewith

FOR: SPUTTERING APPARATUS AND SPUTTER FILM DEPOSITION METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☒ Full benefit of the filing date of International Application Number PCT/JP02/00982, filed February 6, 2002, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
- | <u>Application No.</u>   | <u>Date Filed</u> |
|--|-------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below. |                   |

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2001-031004	February 2, 2001
JAPAN	2001-220942	July 23, 2001
JAPAN	2001-383069	December 17, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Gregory J. Maier

Registration No. 25,599

James D. Hamilton

Registration No. 28,421



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

GMJ:fb1

I:\USER\FBLAZ\PCT BY-PASS\241315.REQ.PRIORITY.DOC

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-031004

[ST.10/C]:

[JP2001-031004]

出 願 人

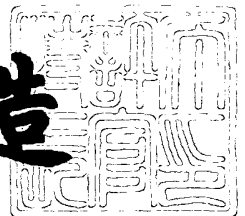
Applicant(s):

旭硝子株式会社

2002年 2月19日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3009067

【書類名】 特許願

【整理番号】 AG2000-037

【提出日】 平成13年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 14/54

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社内

【氏名】 志堂寺 栄治

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社内

【氏名】 安藤 英一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社内

【氏名】 山田 朋広

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社内

【氏名】 真下 尚洋

【特許出願人】

【識別番号】 000000044

【氏名又は名称】 旭硝子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083116

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 憲三

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012678

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005840

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スパッタ装置及びスパッタ成膜方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 チャンバー内に、横断面が多角形状または円形状のドラムが回転自在に設置され、該ドラムの外周面上に基板ホルダーが設けられ、

チャンバー壁の内側にはマグネトロンスパッタ源が配置され、

マグネトロンスパッタ源はターゲットと該ターゲットを保持するマグネトロン部からなり、

該ターゲットは前記ドラムの回転軸と平行となるように前記マグネトロン部により保持された構造を有するカルーセル型スパッタ装置であって、該スパッタ装置は、

前記基板ホルダーに取り付けられる基板上に形成される膜の膜厚を成膜中に測定する膜厚測定手段と、

前記ターゲットに対して、スパッタに必要な電力を供給する電源部と、

前記膜厚測定手段で得られる測定結果を利用して成膜量に影響するパラメータを制御する制御手段と、

を備えたことを特徴とするスパッタ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のスパッタ装置において、該スパッタ装置は、隣接して配置された二つのターゲットのアノード／カソードの関係を所定周波数で交互に切り替える AC 型マグネトロンスパッタ源と、

単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源と、を備えたことを特徴とするスパッタ装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載のスパッタ装置において、

前記制御手段は、成膜開始から前記 AC 型マグネトロンスパッタ源を利用した高速成膜を実行して目標膜厚の手前一定量まで成膜した後に、前記 AC 型マグネトロンスパッタ源による成膜を中止し、前記の単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源のみを利用した低速成膜に切り替えて前記目標膜厚までの成膜を実施するように制御することを特徴とするスパッタ装置。

【請求項4】 請求項3に記載のスパッタ装置において、前記制御手段は、前記低速成膜中に前記膜厚測定手段によって膜厚を監視し、膜厚が前記目標膜厚に到達したことが検出された時点で前記の単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源による成膜を中止する制御を行うことを特徴とするスパッタ装置。

【請求項5】 請求項1乃至4の何れか1項に記載のスパッタ装置において、該スパッタ装置は、

低屈折率膜の成膜に用いられるターゲットが取り付けられる低屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源と、

高屈折率膜の成膜に用いられるターゲットが取り付けられる高屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源と、が併設されていることを特徴とするスパッタ装置

【請求項6】 隣接して配置された二つのターゲットのアノード／カソードの関係を所定周波数で交互に切り替えるAC型マグネトロンスパッタ源と、

単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源と、

成膜開始から前記AC型マグネトロンスパッタ源を利用した高速成膜を実行して目標膜厚の手前一定量まで成膜した後に、前記AC型マグネトロンスパッタ源による成膜を中止し、前記の単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源のみを利用した低速成膜に切り替えて前記目標膜厚までの成膜を実施するように制御する制御手段と、

を備えたことを特徴とするスパッタ装置。

【請求項7】 チャンバー内に、横断面が多角形状または円形状のドラムが回転自在に設置され、該ドラムの外周面上に基板ホルダーが設けられ、チャンバー壁の内側にはマグネトロンスパッタ源が配置され、マグネトロンスパッタ源はターゲットと該ターゲットを保持するマグネトロン部からなり、前記ターゲットは、前記ドラムの回転軸と平行となるように前記マグネトロン部により保持された構造を有するカルーセル型スパッタ装置を用いて成膜を行うスパッタ成膜方法であって、該方法は、

前記基板ホルダーに取り付けられる基板上に形成される膜の膜厚を成膜中に測定する膜厚測定工程と、

前記膜厚測定工程で得られた測定結果の情報を利用して成膜量に影響するパラメータを制御する制御工程と、

を含むことを特徴とするスパッタ成膜方法。

【請求項8】 隣接して配置された二つのターゲットのアノード／カソードの関係を所定周波数で交互に切り替えるAC型マグネトロンスパッタ源と、単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネatronスパッタ源と、を有したスパッタ装置を用いて成膜を行うスパッタ成膜方法であって、該方法は、

成膜開始から前記AC型マグネatronスパッタ源を利用した高速成膜を実行して目標膜厚の手前一定量まで成膜した後に、前記AC型マグネatronスパッタ源による成膜を中止し、前記の単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネatronスパッタ源のみを利用した低速成膜に切り替えて前記目標膜厚までの成膜を実施することを特徴とするスパッタ成膜方法。

【請求項9】 請求項8に記載のスパッタ成膜方法において、成膜中に膜厚を測定し、前記測定で得た情報を利用して成膜量に影響するパラメータを制御することを特徴とするスパッタ成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光学フィルター等の成膜工程に適用されるスパッタ装置及びスパッタ成膜方法に係り、特に、WDM (Wavelength Division Multiplexing: 波長多重分割) 技術で用いられるWDM用フィルターの製造に好適なスパッタ装置及びスパッタ成膜方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

特開平3-253568号公報には、ガラス板などの基板に成膜を行うためのカルーセル型スパッタ装置が開示されている。カルーセル型スパッタ装置は、回転・バッチ型のスパッタ装置であり、チャンバー内に多角柱形の基板ホルダー（

回転ドラム)が配置されるとともに、チャンバー壁内側に矩形ターゲットを保持するマグネトロンが設置された構造を有している。基板を取り付けた基板ホルダーを回転させながらマグネトロンに電力を投入し、ターゲット上面にプラズマを発生させるとともに、所定の反応ガスをチャンバー内に導入することによって成膜が行われる。

## 【0003】

また、特開平11-241162号公報によれば、成膜中の膜厚を光学的測定手段によって連続的にモニタするスパッタリング方法が提案されている。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

近時、光ファイバー通信の分野で注目されているWDM技術で用いられるWDM用フィルターは、低屈折率材料の膜(例えば $\text{SiO}_2$ 膜)と高屈折率材料の膜(例えば $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 膜)を交互に組み合わせ、極めて多くの層(例えば、100層程度)を積層して形成される。かかる光学多層膜の製造に際しては、各層の膜厚を設計値通り正確に形成することが重要であり、高速かつ高精度に成膜を行うための技術の開発が望まれている。

## 【0005】

図10は、従来の光学多層膜成膜装置の概略図である。略円筒形のチャンバー100内に多角筒形の基板ホルダー102が配置され、基板ホルダー102の各側面に基板104が取り付けられる。チャンバー壁内側には、低屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源106と、高屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源108が設置され、前者には低屈折率膜形成用のターゲット(例えば $\text{Si}$ ターゲット)110が取り付けられ、後者には高屈折率膜形成用のターゲット(例えば、 $\text{Ti}$ ターゲット)112が取り付けられる。

## 【0006】

基板ホルダー102は、中心軸114を回転中心として回転しており、スパッタ電源116からマグネトロンスパッタ源106に電力を供給することによって、ターゲット110上面付近にプラズマが発生し、図示せぬガス導入部から供給されるガスと反応してターゲット110前を通過する各基板104上に低屈折率



膜が形成される。同様に、スパッタ電源118からマグネトロンスパッタ源108に電力を供給することによって、ターゲット112上面にプラズマが発生し、導入されたガスと反応して各基板104上に高屈折率膜が形成される。スパッタ電源116、118の投入時間と成膜量の関係（成膜速度）を予め調査しておき、スパッタ時間を管理しながら、各マグネトロンスパッタ源106、108に対して交互に電源供給を行うことによって所望の多層膜を形成する。

#### 【0007】

しかしながら、上記従来の成膜装置は、高精度の膜厚管理が困難であり、膜厚精度を高めるためには、成膜速度を遅くして対応しなければならず、生産性が著しく低下するという問題がある。

#### 【0008】

特開昭49-115085号公報は、カルーセル型スパッタ装置に関する記載は無いが、成膜工程においてスパッタ装置へのエネルギー供給を断続的に行い、エネルギーの断期間（供給休止期間）に膜厚を測定して、その結果をエネルギー供給系にフィードバックする方法が提案されている。しかし、この方法は、成膜工程と測定工程が交互に行われ、測定中は成膜が中断されるため、生産性が悪いという欠点がある。

#### 【0009】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、膜厚を高精度で制御でき、生産性に優れるスパッタ装置及びスパッタ成膜方法を提供することを目的とする。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために請求項1に記載の発明は、チャンバー内に、横断面が多角形状または円形状のドラムが回転自在に設置され、該ドラムの外周面上に基板ホルダーが設けられ、チャンバー壁の内側にはマグネトロンスパッタ源が配置され、マグネトロンスパッタ源はターゲットと該ターゲットを保持するマグネトロン部からなり、該ターゲットは前記ドラムの回転軸と平行となるように前記マグネトロン部により保持された構造を有するカルーセル型スパッタ装置であっ

て、該スパッタ装置は、前記基板ホルダーに取り付けられる基板上に形成される膜の膜厚を成膜中に測定する膜厚測定手段と、前記ターゲットに対して、スパッタに必要な電力を供給する電源部と、前記膜厚測定手段で得られる測定結果を利用して成膜量に影響するパラメータを制御する制御手段と、を備えたことを特徴としている。

## 【0011】

本発明によれば、カルーセル型スパッタ装置において成膜中に膜厚をモニタリングし、その情報を制御系にフィードバックして、コントロールすることができる。成膜量に影響するパラメータの制御としては、スパッタ電源の電力制御の他、基板ホルダー（ドラム）の回転速度、シャッター開閉度、スパッタ圧力等の制御がある。

## 【0012】

本発明の一態様として、請求項2記載のスパッタ装置は、隣接して配置された二つのターゲットのアノード／カソードの関係を所定周波数で交互に切り替えるAC型マグネトロンスパッタ源と、単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネatronスパッタ源と、を備えたことを特徴している。

## 【0013】

「単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネatronスパッタ源」としては、DC（直流）型マグネatronスパッタ源の他に、RF（高周波）型マグネatronスパッタ源、パルス（直流電圧を一定の時間間隔で印加する）型マグネatronスパッタ源などがある。

## 【0014】

AC型マグネatronスパッタ源は、単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネatronスパッタ源よりも高速成膜が可能である。本発明は、これら二種類のスパッタ源を併用して、高速かつ高精度の成膜を実現したものである。

## 【0015】

この場合、請求項3に示したように、成膜開始から前記AC型マグネatronスパッタ源を利用した高速成膜を実行して目標膜厚の手前一定量まで成膜した後に

、前記AC型マグネトロンスパッタ源による成膜を中止し、前記の単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源のみを利用した低速成膜に切り替えて前記目標膜厚までの成膜を実施するように制御する態様がある。これにより、高精度の膜厚コントロールを行うことができる。

## 【0016】

更に、請求項4に示したように、前記低速成膜中に前記膜厚測定手段によって膜厚を監視し、膜厚が前記目標膜厚に到達したことが検出された時点で前記の単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源による成膜を中止する制御を行う態様が好ましい。なお、通常は、成膜中に膜厚を常時監視する。

## 【0017】

単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源のみを使用して低速成膜を行っている期間中、膜厚をモニタリングし、その情報を制御系にフィードバックすることにより、膜厚をより高精度にコントロールできる。

## 【0018】

WDM用フィルター等の光学多層膜成膜装置などのように、低屈折率膜と高屈折率膜を交互に成膜するための装置に本発明を適用する場合は、請求項5に示したように、低屈折率膜の成膜に用いられるターゲットが取り付けられる低屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源と、高屈折率膜の成膜に用いられるターゲットが取り付けられる高屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源と、が併設された構造を有するスパッタ装置を用いる。

## 【0019】

低屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源と、高屈折率膜形成用のマグネatronスパッタ源の各スパッタ源について、それぞれAC型マグネatronスパッタ源と、単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネatronスパッタ源との組み合わせによって構成することにより、低屈折率膜の成膜工程及び高屈折率膜の成膜工程において、高速成膜と高精度の成膜制御が実現できる。

## 【0020】

請求項6に係るスパッタ装置は、隣接して配置された二つのターゲットのアニード／カソードの関係を所定周波数で交互に切り替えるAC型マグネトロンスパッタ源と、単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源と、成膜開始から前記AC型マグネトロンスパッタ源を利用した高速成膜を実行して目標膜厚の手前一定量まで成膜した後に、前記AC型マグネトロンスパッタ源による成膜を中止し、前記の単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源のみを利用した低速成膜に切り替えて前記目標膜厚までの成膜を実施するように制御する制御手段と、を備えたことを特徴としている。

## 【0021】

本発明は、AC型マグネトロンスパッタ源と単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源と、を併用して高速成膜を実現するとともに、高精度の膜厚コントロールを可能にするものであり、特に、カルーセル型スパッタ装置に適用されることが好ましい。

## 【0022】

請求項7に記載の発明は、請求項1に係る装置発明に対応する方法発明を提供する。すなわち、請求項7に係る方法は、チャンバー内に、横断面が多角形状または円形状のドラムが回転自在に設置され、該ドラムの外周面上に基板ホルダーが設けられ、チャンバー壁の内側にはマグネトロンスパッタ源が配置され、マグネトロンスパッタ源はターゲットと該ターゲットを保持するマグネトロン部からなり、前記ターゲットは、前記ドラムの回転軸と平行となるように前記マグネトロン部により保持された構造を有するカルーセル型スパッタ装置を用いて成膜を行うスパッタ成膜方法であって、該方法は、前記基板ホルダーに取り付けられる基板上に形成される膜の膜厚を成膜中に測定する膜厚測定工程と、前記膜厚測定工程で得られた測定結果の情報を利用して成膜量に影響するパラメータを制御する制御工程と、を含むことを特徴としている。

## 【0023】

請求項8に記載の発明は、請求項6に係る装置発明に対応する方法発明を提供する。すなわち、請求項8に係る方法は、隣接して配置された二つのターゲット

のアノード／カソードの関係を所定周波数で交互に切り替えるＡＣ型マグネトロンスパッタ源と、単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネatronスパッタ源と、を有したスパッタ装置を用いて成膜を行うスパッタ成膜方法であって、該方法は、成膜開始から前記ＡＣ型マグネatronスパッタ源を利用して高速成膜を実行して目標膜厚の手前一定量まで成膜した後に、前記ＡＣ型マグネatronスパッタ源による成膜を中止し、前記の単一のマグネatron部にターゲットが取り付けられたマグネatronスパッタ源のみを利用した低速成膜に切り替えて前記目標膜厚までの成膜を実施することを特徴としている。

## 【0024】

この場合、請求項９に示したように、成膜中に膜厚を測定し、前記測定で得た情報を利用して成膜量に影響するパラメータを制御する態様が好ましい。

## 【0025】

## 【発明の実施の形態】

以下添付図面に従って本発明のスパッタ装置及びスパッタ成膜方法の好ましい実施の形態について説明する。

## 【0026】

図１は本発明の実施形態に係る光学多層膜成膜装置の構成を示す平面模式図であり、図２は本装置で使用される基板ホルダーの斜視図である。図１に示した光学多層膜成膜装置１０は、高さ２ｍ、直径１．５ｍの円筒形チャンバー１２内に、ドラム（図１中不図示、図２中符号１７）と該ドラムの外周面上に設けられた基板ホルダー１４とを有し、直径１ｍの十二角形を構成する基板ホルダー１４がチャンバー１２の中心軸１６を回転中心として回転可能に支持された構造から成るカルーセル型のスパッタ装置である。

## 【0027】

反応室となるチャンバー１２は、図示せぬ排気用ポンプと連結され、スパッタに必要な低圧を得ることができる。また、図示されていないが、チャンバー１２には、スパッタに必要なガスを導入するためのガス供給手段やローディング用ドアが設けられている。

## 【0028】

図2に示すように、基板ホルダー14は、円筒形状のドラム17の外周面に取り付けられており、回転自在に設置されたドラム17と一体的に回転する。なお、ドラム17の形状は円筒形状に限らず、多角筒形状（横断面が多角形状）等であってもよい。

## 【0029】

図1に示したように、基板ホルダー14には成膜用の基板（例えば、ガラス基板）18が取り付けられ、基板ホルダー14は、図示せぬ回転駆動装置によって一定の回転速度（例えば、6rpm）で回転する。チャンバー12の内側には、低屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源20と、高屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源30とがそれぞれ設置されている。これらマグネトロンスパッタ源20、30は、高さ方向の長さが1.2mの矩形型マグネトロンスパッタ源であり、マグネトロンスパッタ源20または30の前を基板18が通過することによって成膜が行われる。

## 【0030】

マグネトロンスパッタ源20は、単一のマグネトロン部21に対して電源（本例では、矩形波状のパルス電力を供給するDC電源）22が接続された従来型のマグネトロンスパッタ源（以下、通常のマグネトロンという。）23と、二つのマグネトロン部24、25に対して一つの交流電源26が接続され、アノード／カソードの関係を所定周波数で交互に切り替える交流型マグネトロンスパッタ源（以下、ACのマグネトロンという。）27との組み合わせによって構成される。

## 【0031】

同様に、マグネトロンスパッタ源30は、単一のマグネトロン部31に対して電源32が接続された通常のマグネトロン33と、二つのマグネトロン部34、35に対して一つの交流電源36が接続されたACのマグネトロン37との組み合わせによって構成される。

## 【0032】

ACのマグネトロン27、37の動作原理は、特開平5-222530号、特開平5-222531号、特開平6-212421号、特開平10-13083

0号の各公報に開示されている。概説すると、ACのマグネトロンとは、ターゲットを二個並べて配置し、一方のターゲットがカソードの時は、他方がアノードとなり、数十kHzの周波数でカソードとアノードが入れ替わるマグネトロン装置であり、種々の制御を行うことにより、安定かつ高速に酸化物膜や窒化物膜等を成膜することができる。

【0033】

通常マグネトロン23、33は、ACのマグネトロン27、37に比べて成膜スピードが低速である反面、膜厚を精度良く制御できるという利点がある。図1に示した光学多層膜成膜装置10は、高速成膜可能なACのマグネトロン27、37と、高精度の膜厚制御が可能な通常マグネトロン23、33を組み合わせ使用することにより、高速成膜と高精度の膜厚制御を実現している。

【0034】

また、光学多層膜成膜装置10は、成膜中に膜厚を測定する手段（膜厚モニタリングシステム）として、ハロゲンランプ40、モノクロメータ41、光ファイバー42、投光ヘッド44、受光ヘッド46、受光処理部48を備えている。ハロゲンランプ40からの光は、モノクロメータ41によって波長選択された後、光ファイバー42を介して投光ヘッド44に導かれる。投光ヘッド44は、基板ホルダー14の内側に設置され、投光ヘッド44から基板18に向けて光が照射される。なお、基板ホルダー14の縦方向中央部には回転方向に10cmの長さで光通過用の開口（不図示）が形成されている。

【0035】

チャンバー12の外側には、受光ヘッド46が設置されており、チャンバー12の外壁には受光ヘッド46に光を導く窓部（不図示）が設けられている。基板18を透過した光は、受光ヘッド46で受光され、受光量に応じた電気信号に変換された後、受光処理部48に送られる。受光処理部48は、受入した信号に対して所定の信号処理を行い、コンピューター入力用の測定データに変換する。受光処理部48で処理された測定データは、パーソナルコンピューター（以下、パソコンという。）50に送られる。

【0036】

パソコン 50 は、中央演算処理装置 (CPU) を備え、受光処理部 48 から受入する測定データに基づいて、各スパッタ電源 (22、26、32、36) を制御する制御装置として機能する。また、パソコン 50 によってハロゲンランプ 40 の発光制御や、基板ホルダー 14 の回転制御、チャンバー 12 の圧力制御、導入ガスの供給制御及びシャッター (図 1 中不図示、図 5 中符号 72、74、76、78) の開閉制御等を行うことができる。パソコン 50 には各制御に必要なプログラムや各種データが組み込まれている。

## 【0037】

図 1 では、膜厚測定用の光学式測定手段の光源部として、ハロゲンランプ 40 及びモノクロメータ 41 を用いたが、膜厚モニタリングシステムに使用される光学式測定手段の光源部は、図 1 の構成例に限定されず、測定対象に応じて適切な光源が選択される。例えば、WDM 用フィルターの製造の際には、波長 = 1460 ~ 1580 nm のチューナブルレーザを用いる。

## 【0038】

次に、上記の如く構成された光学多層膜成膜装置 10 の動作について説明する。以下に述べる実施例は、低屈折率膜として  $\text{SiO}_2$ 、高屈折率膜として  $\text{TiO}_2$  をそれぞれ反応性スパッタにより成膜する例を説明する。

## 【0039】

最初に、高屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源 30 の各マグネトロン部 31、34、35 には  $\text{Ti}$  ターゲット 52、53、54 が取り付けられており、低屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源 20 の各マグネトロン部 21、24、25 には  $\text{Si}$  ターゲット 62、63、64 が取り付けられている。ターゲットの大きさは、通常用が高さ 1.1 m、幅 15 cm、AC 用は各々、高さ 1.1 m、幅 10 cm のものが用いられる。

## 【0040】

また、それぞれの基板ホルダー 14 には、厚さ 1.1 mm、10 cm 角のガラス基板 18 を 9 枚ずつ、縦方向に並んで取り付ける。次いで、チャンバー 12 をロータリーポンプで 5 Pa まで粗引きした後、クライオポンプで  $1 \times 10^{-3}$  Pa まで排気する。



## 【0041】

次に、アルゴンガスを100sccm（立方センチメートル）、酸素ガスを30scmマスフローコントローラを通してチャンバー12内に導入する。そのときのガス圧は0.4Paであった。

## 【0042】

SiO<sub>2</sub>膜を成膜するために、Siターゲット62が取り付けられている通常のマグネトロン23に直流10kWの矩形波状のパルス電力（周波数50kHz）、Siターゲット63、64が取り付けられているACのマグネトロン27に交流20kWの電力をそれぞれ供給し、ターゲットと基板間に配置されているシャッター（図1中不図示）を閉めて五分間の予備放電を行い、その後両方のシャッターを開いて成膜を行う。

## 【0043】

成膜中は、上記した膜厚モニタリングシステムによって基板ホルダー14上の基板18について透過率を測定する。基板18の透過率は、成膜される膜厚に対応して変化するため、透過率を監視することによって膜厚を把握することができる。参考のために、図3に本実施例における膜厚モニタの信号例を示す。

## 【0044】

膜厚モニタリングシステムによって膜厚を監視しながら成膜を行い、設計膜厚の90%まで成膜した時点でACのマグネトロン27への電力の供給を止め、通常のマグネトロン23のみで成膜を行う。成膜中は、透過率の測定結果をパソコン50で演算し、その測定結果の情報を各電源26、22にフィードバックすることにより、基板18の回転方向に関する膜の均一性の向上と同時に、膜厚が設計膜厚になるようにコントロールする。なお、基板ホルダー14の回転速度やシャッターの開度（開閉量）を制御して成膜を調整することも可能である。

## 【0045】

次に、TiO<sub>2</sub>膜を成膜するために、Tiターゲット52が取り付けられている通常のマグネトロン33に直流15kW、Tiターゲット53、54が取り付けられているACのマグネトロン37に交流30kWの電力をそれぞれ供給し、SiO<sub>2</sub>膜の成膜工程と同様に、五分間の予備放電を行った後に、両方のシャッター

を開けて成膜を行う。TiO<sub>2</sub> 膜の場合も、設計膜厚の90%まで成膜した時点でACのマグネトロン37への電力の供給を止め、通常のマグネトロン33のみで成膜を行う。成膜中に、透過率の測定結果を各電源36、32にフィードバックして、膜の均一性を向上させ、正確な膜厚管理を行う点はSiO<sub>2</sub> 膜の成膜工程と同様である。

## 【0046】

上述したSiO<sub>2</sub> 膜の成膜工程及びTiO<sub>2</sub> 膜の成膜工程を繰り返し行い、ガラス（基板）／SiO<sub>2</sub>（94.2nm）／TiO<sub>2</sub>（57.3nm）／SiO<sub>2</sub>（94.2nm）／TiO<sub>2</sub>（57.3nm）／SiO<sub>2</sub>（94.2nm）／TiO<sub>2</sub>（57.3nm）／SiO<sub>2</sub>（188.2nm）／TiO<sub>2</sub>（57.3nm）／SiO<sub>2</sub>（94.2nm）／TiO<sub>2</sub>（57.3nm）／SiO<sub>2</sub>（94.2nm）／TiO<sub>2</sub>（57.3nm）／SiO<sub>2</sub>（94.2nm）の13層のバンドパスフィルターを作成した。

## 【0047】

この作成されたバンドパスフィルターの分光特性を図4に示す。同図中黒丸（ ）は設計値であり、実線は本実施例による作成したバンドパスフィルターの分光特性の測定結果を示す。点線は、比較のため、前記実施例のACのマグネトロンが無く、電源へのフィードバックシステム無しとした図10のような構成のスパッタ装置を用いて作成したバンドパスフィルターの分光特性の測定結果を示した。図4によれば、本発明を適用して作成したバンドパスフィルターは、ほぼ設計値通りの分光特性を示しているが、電源へのフィードバック無しで作成したものは、バンドパスフィルターの設計波長（550nm）と異なる波長で透過率がピークを持っている。

## 【0048】

本実施の形態に係る光学多層膜成膜装置10を利用することによって、基板18に多層膜を高速で成膜でき、かつ高精度で膜厚制御することが可能になり、WDM用フィルターやダイクロイックミラーなどを生産性よく製造することができる。

## 【0049】

上記実施例の場合、設計膜厚の90%の膜厚まで、ACのマグネトロンと通常

のマグネトロンと同時稼働させ、その後ACのマグネトロンのみ放電を止めて、通常のマグネトロンのみ放電を継続するようにしたが、制御方式はこの例に限定されない。例えば、90%までACのマグネトロンのみで成膜し、その後通常のマグネトロンのみで成膜するという制御方式も可能である。もちろん、ACのマグネトロンを止めるタイミングは、設計膜厚の90%成膜時点に限定されず、適宜設定可能である。

#### 【0050】

また、上記実施例では、ACのマグネトロンへの給電中（設計膜厚の90%に到達するまでの期間）も膜厚をモニタリングしながら膜厚制御を行っているが、ACのマグネトロンへの電力供給中は膜厚のモニタリングはするが膜厚制御は行わず、予め調査されている投入電力とスパッタ時間による膜厚予測値に基づいて時間管理を行い、所定時間経過した時にACのマグネトロンへの電源を停止してもよい。そして、通常のマグネトロンのみで成膜を開始した時点で膜厚制御（例えば、電源にフィードバックさせて制御する）を開始する態様も可能である。

#### 【0051】

基板18上で膜厚を測定する場所（測定ポイント）は、基板18の中央部の一カ所であってもよいし、回転方向に沿った横方向について複数箇所の測定を行い横方向の膜厚分布を測定してもよい。更に、基板ホルダー14の回転軸に沿った縦方向について複数の膜厚測定手段（投光ヘッド44及び受光ヘッド46）を配置して、縦方向について複数箇所で膜厚の測定を行う態様も可能である。

#### 【0052】

図1に示した光学多層膜成膜装置10は、基板ホルダー14の内側に投光ヘッド44を配置し、受光ヘッド46はチャンバー12の外部に設置したが、投光ヘッド44と受光ヘッド46の配置関係を入れ替える態様も可能である。

#### 【0053】

次に、上述した実施形態の変形例を説明する。

#### 【0054】

図5は、他の実施形態に係る光学多層膜成膜装置の模式図である。図5中図1と共通する部分には同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、図5では、

図面の簡略化のため、ハロゲンランプ40、モノクロメータ41、光ファイバー42、受光処理部48及びパソコン50等の構成を図示しないものとする（図6及び図7においても同様）。

## 【0055】

図5に示した光学多層膜成膜装置70は、低屈折率膜形成用及び高屈折率膜形成用の双方について、通常のマグネトロン23、33と、ACのマグネトロン27、37の設置場所が隔てられ、各マグネトロン（23、33、27、37）と基板18との間にそれぞれ開閉可能なシャッター72、74、76、78が設けられている。同図では、低屈折率膜を成膜している状態が示され、低屈折率膜形成用の通常のマグネトロン23及びACのマグネトロン27前に配置されたシャッター72、76は開状態、高屈折率膜形成用の通常のマグネトロン33及びACのマグネトロン37前に配置されたシャッター74、78は閉状態となっている。

## 【0056】

同図において、反応性スパッタプロセスにより所望の膜厚が得られた時点でシャッター72、76を閉じることによって、成膜反応を確実に停止させることができるとともに、成膜に使用しないスパッタ源のシャッター74、78を閉じておくことにより、ターゲットの劣化を防止できる。低屈折率膜の成膜が完了したら、シャッター74、78を開けて高屈折率膜の成膜を実施する。

## 【0057】

また、図6に示したように、各マグネトロン（23、33、27、37）の左右両脇に防着板80を配置する態様も好ましい。防着板80は、プラズマの回り込みを防止する作用を有し、マグネトロン部正面に位置する基板18に対してのみ成膜作用を制限し、それ以外の基板（隣接する基板）に対する成膜を防止する。防着板80によって各マグネトロンスパッタ源の左右を個別に包囲したことにより、他のマグネトロンスパッタ源によるプラズマの影響を受けず、ターゲットへの不純物の付着を防止できる。

## 【0058】

図7は、カソード配置のバリエーションを示す図である。本発明の実施に際し

ては、図7（a）乃至（d）に示すように、カソード配置に関して種々の形態が可能である。同図中「H」なる記号は高屈折率膜形成用のカソード（マグネトロン部）を示し、「L」は低屈折率膜形成用のカソード（マグネトロン部）を示す。図7（a）は、高屈折率膜形成用のカソードと低屈折率膜形成用のカソードを離して配置した例であり、図5で説明した通りである。図7（b）はプラズマの干渉を避けるために、高屈折率膜形成用のカソードと低屈折率膜形成用のカソードを隣接させた例である。同図（c）は膜厚モニタへの干渉を避けるために、モニタ位置をカソードから離れた位置に設定した例である。同図（d）は、膜厚を測定する手段として、透過型のモニタと反射型モニタとを併用した例が示されている。

#### 【0059】

透過型モニタは、図1で説明したように、投光ヘッド44と受光ヘッド46を用いて基板18の透過率を測定する手段である。反射型モニタは、ヘッド82から基板18に向けて光を照射し、その反射光をヘッド82で受光して、受光信号の解析によって反射率を測定する手段である。図示されていないが、図1と同様のハロゲンランプ40、モノクロメータ41及び光ファイバー42を用いて反射型モニタのヘッド82に測定用の光が導かれ、ヘッド82で受光した光（反射光）は受光信号処理手段を介してパソコン50に送られる。

#### 【0060】

図7（d）のように、透過型モニタと反射型モニタを併用する場合、透過率が低い領域は反射率の測定結果を用いて制御を行い、透過率が高い領域は透過率の測定結果を用いて制御を行う態様が好ましい。すなわち、透過式／反射式の制御の切り替えを判定するための基準となる透過率（判定基準値）を予め設定しておき、この判定基準値よりも透過率が低い場合には、反射率の測定結果を利用して制御を行い、判定基準値よりも透過率が高い場合には、透過率の測定結果を利用して制御を行う。

#### 【0061】

図8には、本発明の実施に際して主に使用されるターゲット材と膜材料が示されている。低屈折率材料としては、既述したSiターゲットを用いてSiO<sub>2</sub>膜

を形成する態様の他、SiCターゲットを用いてSiO<sub>2</sub>膜を形成する態様、ターゲットにSiとAlの合金を用いてSiO<sub>2</sub>とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の膜を形成する態様などがある。

【0062】

高屈折率材料についても、既述したTiターゲットを用いてTiO<sub>2</sub>膜を形成する態様の他、図8に示したように、ターゲット材を選択することによって、種々の膜材料を成膜することができる。また、図8には示されていないが、ターゲット材は金属（導電性材料）以外にも、DCスパッタが可能な酸化物、窒化物、酸窒化物、炭化物等も使用可能である。

【0063】

図9は、本発明の実施に際して利用される基板の例が示されている。同図に示したように、WDM用フィルターには、基板としてOHARA社製WMS（結晶化ガラス）が使用される。また、他の光学フィルター用の基板としては、白板ガラス、硬質ガラス、人工水晶等、図9に示した各種のガラスが用途に応じて使用される。

【0064】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、カルーセル型スパッタ装置において、成膜中に膜厚をモニタリングし、その情報を利用して成膜量に影響するパラメータを制御するようにしたので、膜厚を正確にコントロールすることができ、所望の膜厚の膜を生産性よく形成することができる。

【0065】

本発明の他の態様によれば、AC型マグネトロンスパッタ源と、単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源とを併用し、設計膜厚（目標膜厚）手前の一定量までは、AC型マグネトロンスパッタ源を使用した高速成膜を実施し、一定量の成膜を得た後に、AC型マグネトロンスパッタ源による成膜を中止し、単一のマグネトロン部にターゲットが取り付けられたマグネトロンスパッタ源のみを使用するようにしたので、膜厚を高精度で制御でき、生産性よく成膜することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係る光学多層膜成膜装置の構成を示す平面模式図

【図 2】

図 1 に示した装置で使用される基板ホルダーの斜視図

【図 3】

本実施例における膜厚モニタの信号例を示すグラフ

【図 4】

本実施例により作成したバンドパスフィルターの分光特性を示すグラフ

【図 5】

本発明の他の実施形態に係る光学多層膜成膜装置の模式図

【図 6】

図 5 に示した光学多層膜成膜装置に防着板を付加した例を示す模式図

【図 7】

種々のカソード配置の例を示す図

【図 8】

本発明で主に使用されるターゲット材と膜材料を例示した図表

【図 9】

本発明で使用する基板の例を示した図表

【図 1 0】

従来の光学多層膜成膜装置の構成を示す概略図

【符号の説明】

1 0 … 光学多層膜成膜装置、 1 2 … チャンバー、 1 4 … 基板ホルダー、 1 6 … 中心軸（回転軸）、 1 7 … ドラム、 1 8 … 基板、 2 0 … マグネトロンスパッタ源（低屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源）、 2 1 … マグネトロン部、 2 2 … 電源、 2 3 … 通常のマグネトロン、 2 4， 2 5 … マグネトロン部、 2 6 … 交流電源、 2 7 … AC のマグネトロン、 3 0 … マグネトロンスパッタ源（高屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源）、 3 1 … マグネトロン部、 3 2 … 電源、 3 3 … 通常のマグネトロン、 3 4， 3 5 … マグネトロン部、 3 6 … 交流電源、 3 7 …

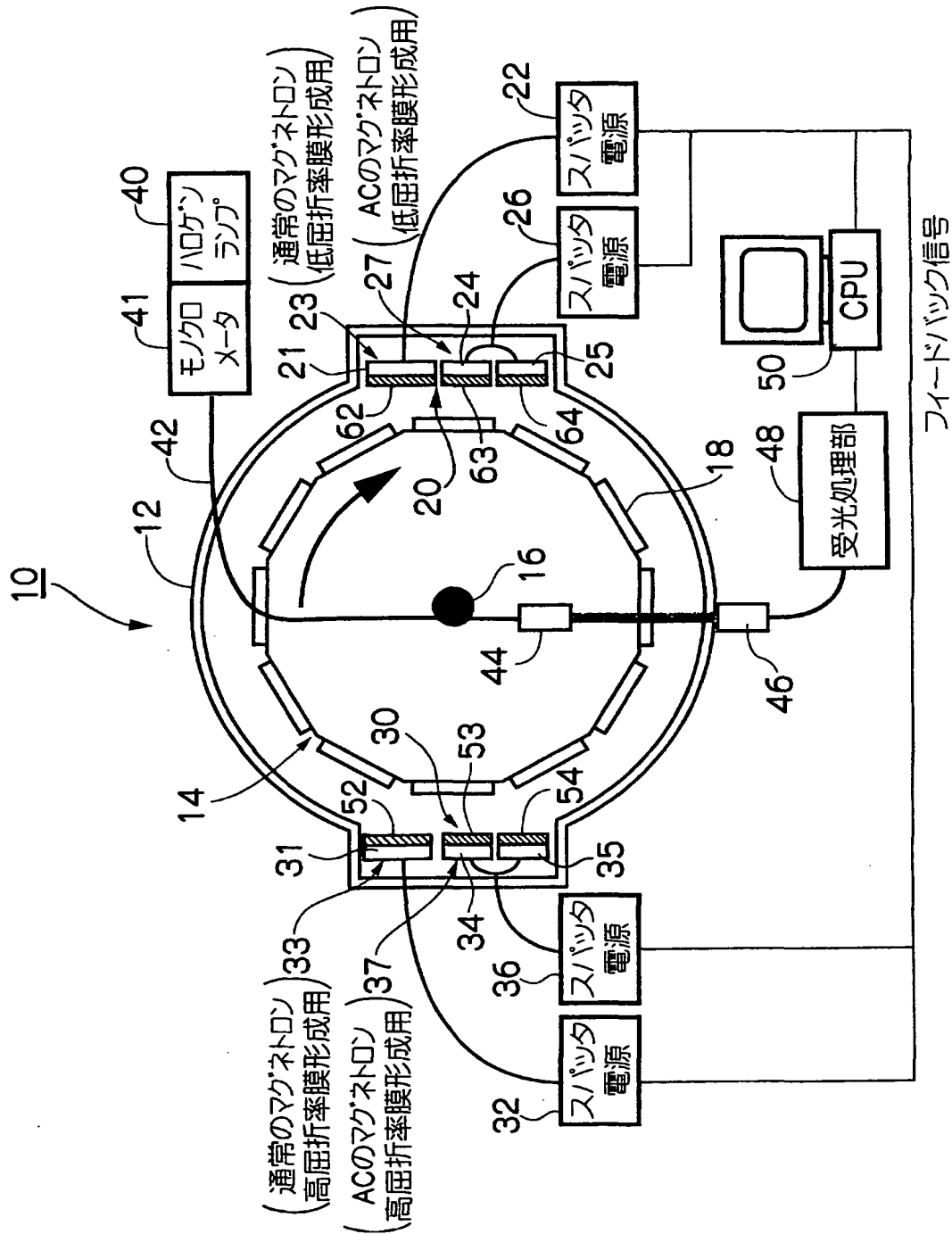
ACのマグネトロン、40…ハロゲンランプ、41…モノクロメータ、42…光ファイバー、44…投光ヘッド（膜厚測定手段）、46…受光ヘッド（膜厚測定手段）、48…受光処理部、50…パソコン（制御手段）、52, 53, 54…Tiターゲット、62, 63, 64…Siターゲット、70…光学多層膜成膜装置、72, 74, 76, 78…シャッター、80…防着板、82…反射型モニタのヘッド、100…チャンバー、102…基板ホルダー、104…基板、106…低屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源、108…高屈折率膜形成用のマグネトロンスパッタ源、110, 112…ターゲット、114…中心軸、116, 118…スパッタ電源



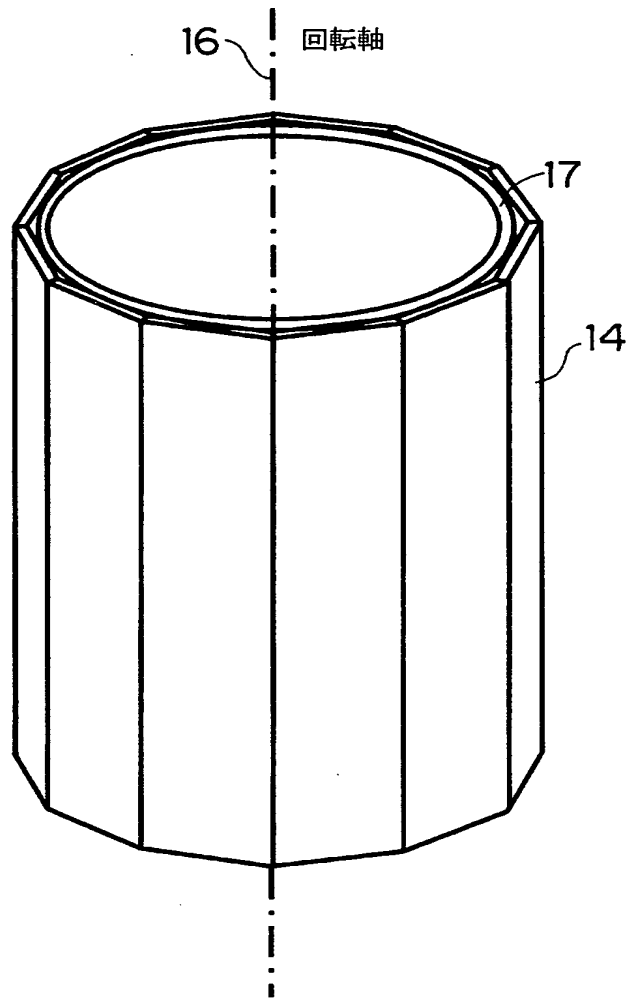
【書類名】

図面

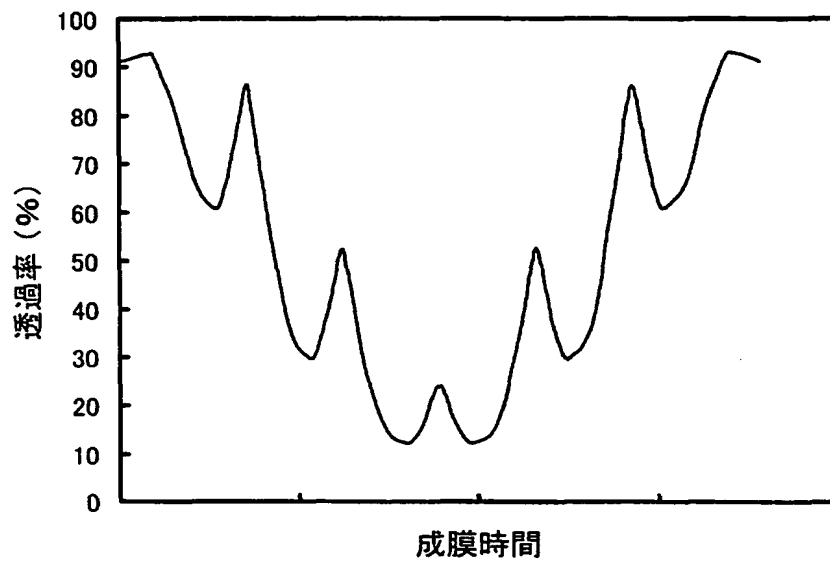
【図 1】



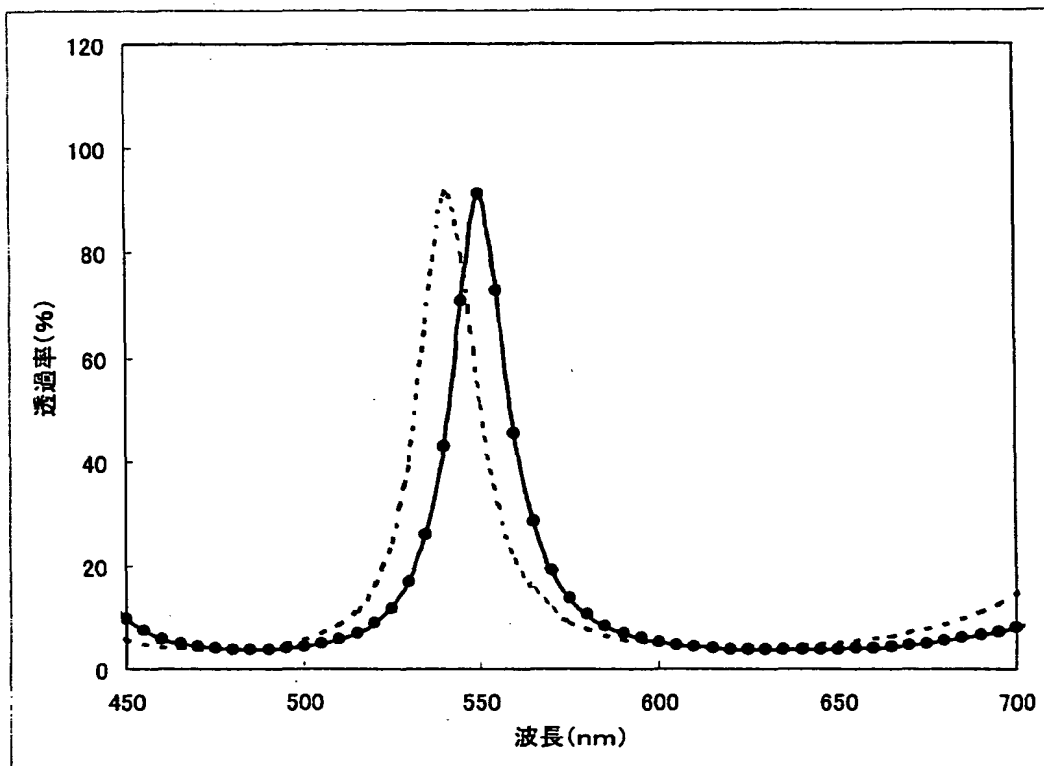
【図 2】



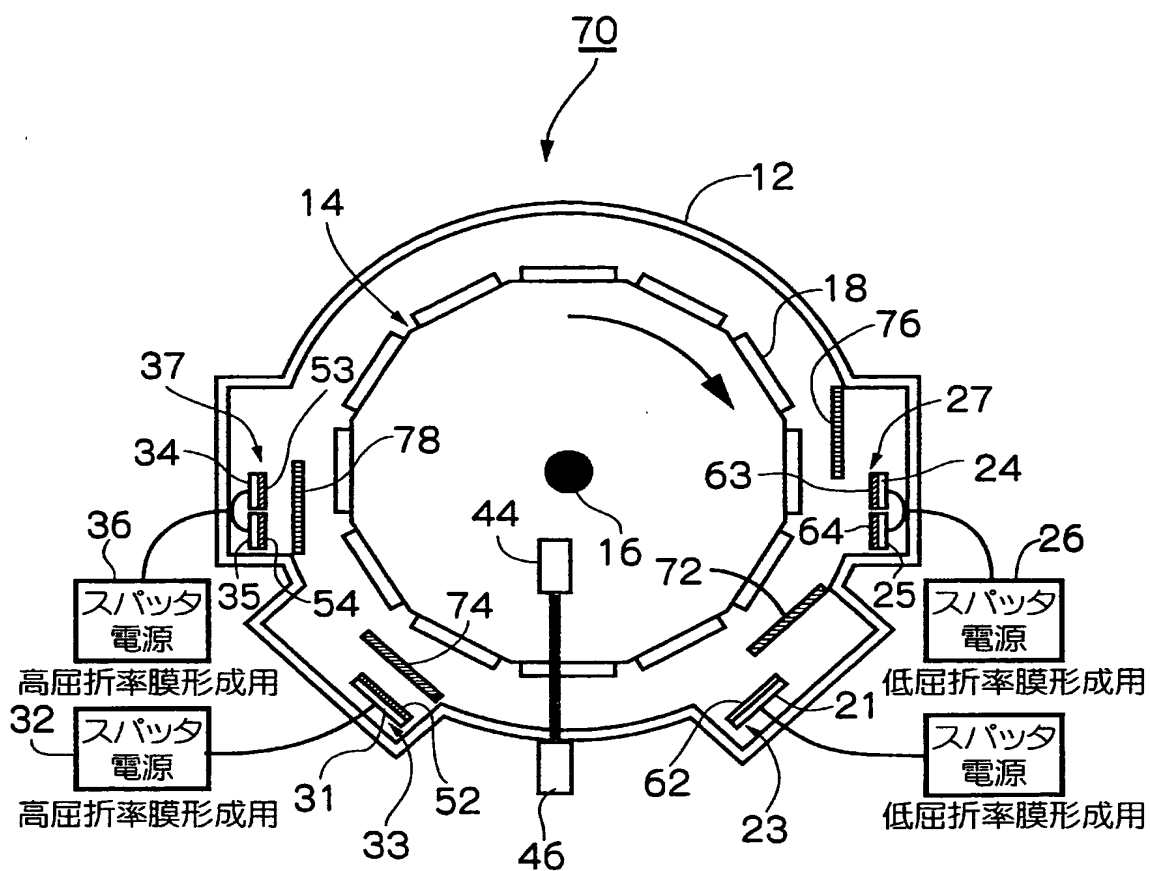
【図3】



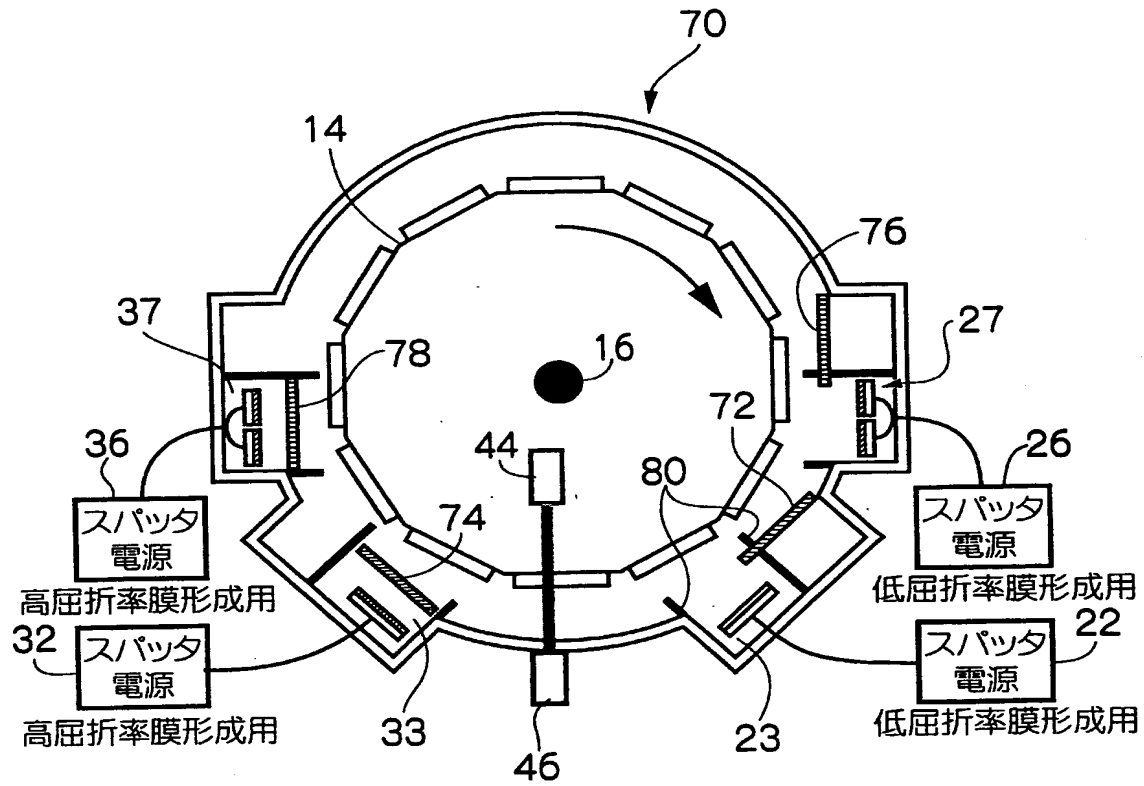
【図4】



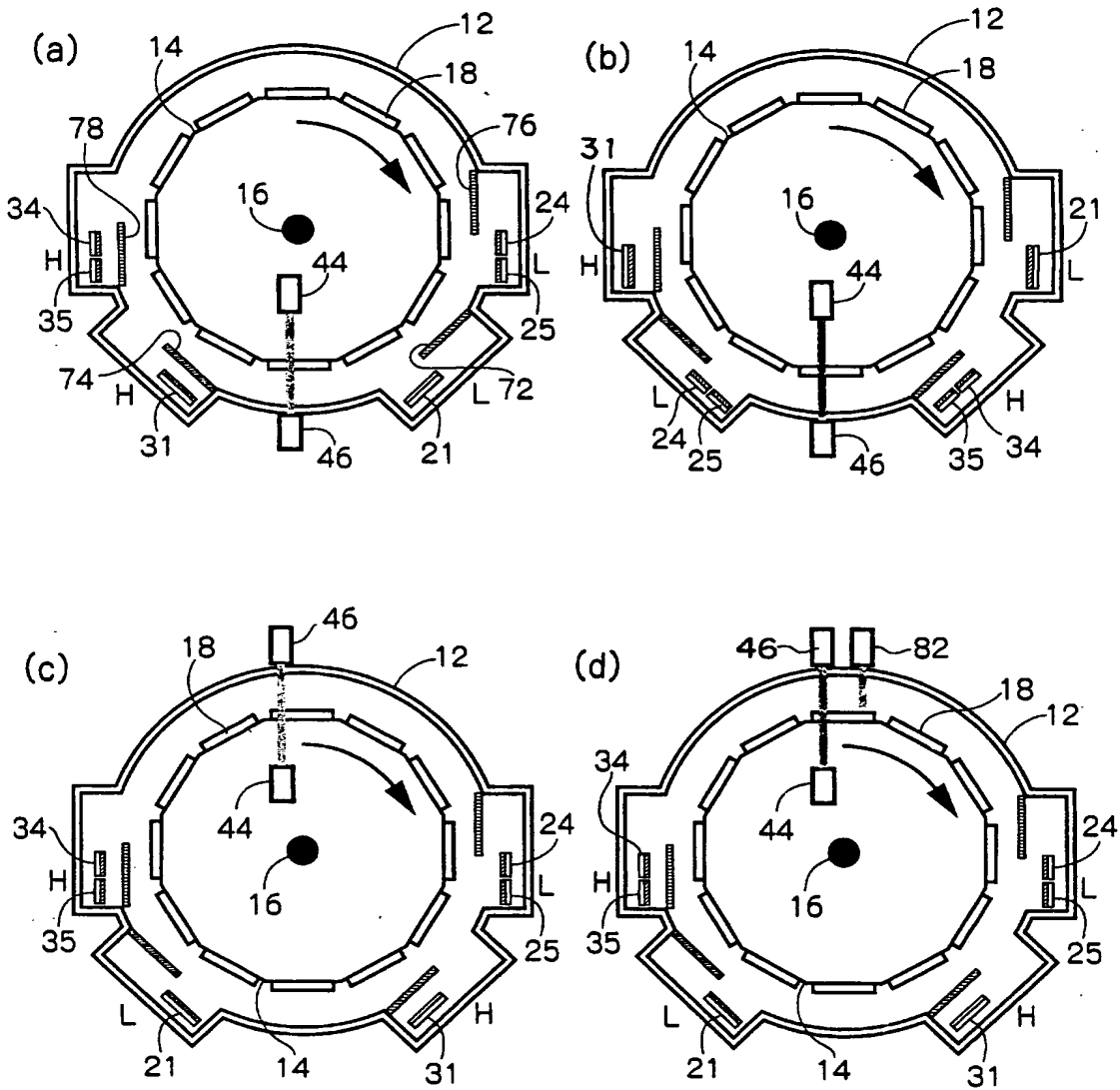
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

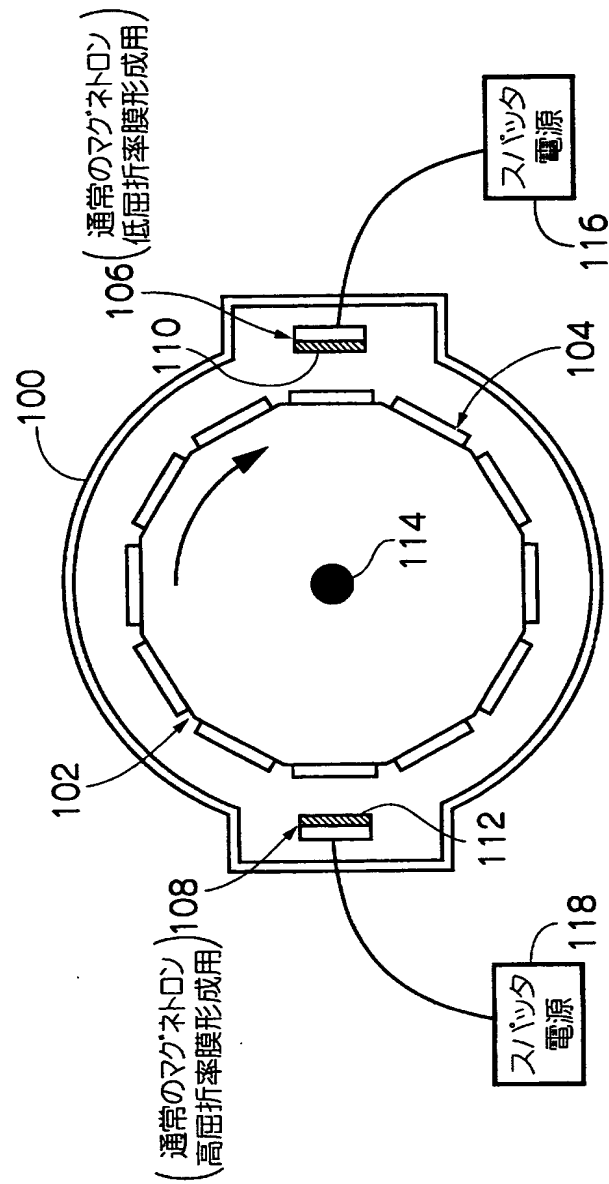
	ターゲット材	膜材料
低屈折率材料	Si	SiO <sub>2</sub>
	SiC	SiO <sub>2</sub>
	Si と Al の合金	SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
高屈折率材料	Ti	TiO <sub>2</sub>
	Ta	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Zr	ZrO <sub>2</sub>
	Zn	ZnO

【図 9】

本発明で使用する基板例

WDM用	OHARA社製 WMS(結晶化ガラス)
光学フィルター用	白板ガラス (高透過ガラス)
	硬質ガラス (低膨張ガラス)
	人工水晶
	石英
	ショット社製 BK-7(光学ガラス)
	弗燐酸系ガラス
	硼珪酸系ガラス

【図 1 0】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 WDM（多重波長分割）用フィルターの製造に好適で、膜厚を高精度で制御でき、かつ生産性に優れるスパッタ装置及びスパッタ成膜方法を提供する。

【解決手段】 チャンバー 1 2 内に基板ホルダー 1 4 が設置されたカルーセル型スパッタ装置において、低屈折率膜形成用と高屈折率膜形成用にそれぞれ通常のマグネトロン 2 3、3 3 と AC のマグネトロン 2 7、3 7 が併設される。設計膜厚の 9 0 % まで AC のマグネトロンのみで成膜し、その後、通常のマグネトロンのみで成膜する。成膜中に基板 1 8 の透過率を測定し、その情報を電源にフィードバックすることで、膜厚コントロールを行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000044]

1. 変更年月日 1999年12月14日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号  
氏 名 旭硝子株式会社